

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 56006492  
PUBLICATION DATE : 23-01-81

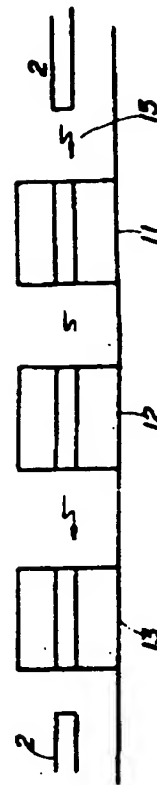
APPLICATION DATE : 26-06-79  
APPLICATION NUMBER : 54081204

APPLICANT : SHARP CORP;

INVENTOR : INOUE TADAAKI;

INT.CL. : H01S 3/18 H01L 31/00 H01L 33/00

TITLE : LIGHT AMPLIFIER



**ABSTRACT :** PURPOSE: To obtain an output signal having high S/N ratio from a light amplifier by coupling semiconductor lasers having different oscillation outputs on a light irradiating line and sequentially coupling between the respective semiconductor lasers to input signal.

CONSTITUTION: A semiconductor laser (LD) 11 of the first stage is in oscillated state, and is moved slightly in the oscillated state toward an increase in the output by the coupling effect of an input light signal inputted from a fiber 2. An LD 12 of the second stage is turned on due to the increase in the oscillation due to the coupling effect of the LD 11 of the first stage to start oscillation. Although an LD 13 of the third stage is set in oscillated state, when the LD 12 of the second stage starts oscillating, it transfers its oscillating state so as to transmit the light signal due to only the delay of the coupling time.

COPYRIGHT: (C)1981,JPO&Japio

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭56—6492

⑬ Int. Cl.<sup>3</sup>  
H 01 S 3/18  
H 01 L 31/00  
33/00

識別記号

庁内整理番号  
7377—5F  
6824—5F  
7739—5F

⑬ 公開 昭和56年(1981)1月23日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 4 頁)

⑭ 光増幅器

大阪市阿倍野区長池町22番22号  
シャープ株式会社内

⑮ 特 願 昭54—81204  
⑯ 出 願 昭54(1979)6月26日  
⑰ 発 明 者 富田孝司  
大阪市阿倍野区長池町22番22号  
シャープ株式会社内  
⑱ 発 明 者 幸木俊公

⑲ 発 明 者 井上忠昭  
大阪市阿倍野区長池町22番22号  
シャープ株式会社内  
⑳ 出 願 人 シャープ株式会社  
大阪市阿倍野区長池町22番22号  
㉑ 代 理 人 弁理士 福士愛彦

明 細 書

1. 発明の名称

光増幅器

2. 特許請求の範囲

1. 複数の半導体レーザをレーザ放射線路上に配設し、各半導体レーザ間をレンズで光結合せしめることにより伝送された光信号を増幅することを特徴とする光増幅器。

2. 前記半導体レーザは同一基板上に形成された半導体レーザは同一基板上に形成された半導体レーザアレイで構成された特許請求の範囲第1項記載の光増幅器。

3. 発明の詳細な説明

本発明は半導体レーザを用いた光通信技術に於ける光増幅器に関するものである。

光ファイバの高性能化、低コスト化に伴い、光通信技術が実用化される段階にまで至っているが、長距離光通信の場合、その伝送距離はファイバの材料特性から決定される吸収損失並びにファイバの開口角等の形状、材料特性から決定

される周波数損失によりその範囲が限定されてしまう。特に10 km以上の光情報伝送の場合は伝送速度が速く、かつファイバ内入力力を大きくできる半導体レーザの利用が有望となるが周波数100 MHz以上で100 km以上の大都市間等の情報伝送の場合にはファイバによる吸収損失等を考慮すると中継器が必要となる。特に海洋ケーブル等として用いた場合には中継器は軽量、小型でかつ高信頼性のものが必要である。

従来考えられている光中継器の構造としては、第1図に示す如く、地点よりファイバ(1)を通して送られて来た光を一度アバランシエホトダイオード等の高感受光素子(2)で電気信号に変換するとともに該電気信号を増幅器(3)で増幅し、再び半導体レーザ(4)の入力信号とする方式が採用されてきた。しかしながらこの方式ではアバランシエホトダイオードの高感度を、高感増幅器の必要性及び中継器の複雑化、各エレメントの増加による信頼性の低下、中継器自身の巨大化等により中継器としては好ましくない点が多い。

また、光増幅作用を有する半導体レーザの光カップリング効果（自己結合効果）を用いて半導体レーザ自身を光中継器として利用することが提案されているが、第2図に示す如くA地点より送られてきた光情報は、中継器のあるB地点では光量はファイバ内での散取できわめて小さくなり、光カップリング効果は起っていても $\frac{1}{N}$ 比はきわめて低く、B地点に充分検知し得る信号を送ることが不可能である。

尚、図中実線は入力のない場合、破線は入力がある場合の特性図である。

本発明は以上の点に鑑み、各発振出力の異なる半導体レーザを光放射線上に結合させ、入力信号を各半導体レーザ間で順次カップリングを起こさせることにより $\frac{1}{N}$ 比の高い出力信号を得ることのできる半導体レーザアレイの光増幅器を提供することを目的とするものである。

尚、以下の実施例では本発明の原理を明らかにする為、3つの半導体レーザアレイを用いた例を示すが高い出力信号を得る為にはレーザダイオ

ドを更に加えてもよく個数に關しては3つに限定するところではない。第3図は本発明の原理を説明するための説明図である。図に示す如く第1段目の半導体レーザ(LD1)（以下LDと略す）は第4図(A)に示す発振状態にありファイバ(F)より来る入力光信号によりカップリング効果によりわずかに発振状態が点(100)より出力増加の方向へ点(101)まで移行する。第2段目のLD(LD2)は第4図(B)に示す如く発振開始閾値電流(102)まで電流印加されているが第1段目のLD(LD1)の、カップリング効果による発振増加によりターンオンし点(103)で発振を開始する。第3段目のLD(LD3)は第4図(C)に示す如く点(104)で示すある発振状態に置かれているが第2段目のLD(LD2)の発振開始とともに点(105)の発振状態に移行してB地点にカップリング時間の遅れのみで光信号を伝送することが可能である。

半導体レーザアレイは特性的に同一のものが望ましく、この点を考慮して本発明の他の特徴でもある同一基板上にかつエッチングプロセスにより

(3)

(4)

各個別化した半導体レーザアレイを使用する。第5図に示す如く各レーザの設定電流が外部抵抗(R) (20) (20)で制御可能であることは同素子の使用上の簡便さを増す。

以上により基板のアレイは高さ方向にそろえることが極めて容易でカップリング効率を高め製造コストを低減することができる。

半導体レーザの材料としては本発明ではGaAs上へGaAlAs-GaAs-GaAlAsを異相成長させたダブルヘテロ構造の基板を使用した材料はInGaAsP等のダブルヘテロを形成する材料や、他のIII-V族半導体に於いても適用可能であり、特にアバランシェダイオードの作り難い材料に対しては極めて有望である。

次にレーザアレイのアラインメントについて説明する。第3図に示したレーザアレイを同一線上に並べると入力信号(24)が入力される以前に相互カップリングを起こしてしまい実質上光増幅は行なわれない。即ち、光の進行方向性にばらつきを有するため各素子間に光アイソレータが必要であ

るが、本実施例では各LDのアラインメントとレンズ組合に技術的手段を駆使することによって性能を付与した。第6図は半導体レーザアレイを平面方向よりみた図である。ファイバ(F)より伝送されてきた光信号(24)は集光レンズ(25)によりLD(21)に照射され、カップリングをもち、LD(21)の出力がファイバ(F)に入射されない様にファイバ(F)と集光レンズ(25)を配置する。LD(21)のストライプ(22)の出力端には第7図(A)に示すX-Z面にカーブを有するレンズ(23)が設置されており、LD(22)のストライプ(22)に入射される。LD(22)よりの入力端面(24)より出るレーザ光(26)はLD(21)に入射されることによる反射を防ぐ為、レンズ表面の一部にA点露出部分(27)を設けてある。また同様のレンズをLD(22)にも付設する。LD(21)の出力端面(24)より出た光は半円柱レンズのカーブ角度 $\theta$  (28)とレンズ材質の屈折率 $n$ で決定される角度を $\phi$ とすると

$$\phi = \sin^{-1}(n \sin \theta)$$

の方向に放射される。 $\phi$ が大きい程、逆方向のカ

(5)

(6)

カップリングが小さく、 $n/n_0$  比の高い増幅率が得られることとなるが反面、 $L/D$  間の順方向の信号量の割合が低下する。本発明では  $\theta$  を  $2^\circ$  より  $30^\circ$  の間に設定した時に最大の効率が得られた。このことは活性層材料の屈折率が  $n = 3.5 \sim 4$  と大きい為、 $\theta$  の角度が多小大きくとも  $L/D$  内に入射された光はストライプ方向に屈折され  $\theta$  の許容値を大きくとることができることを意味する。また  $\theta$  の角度が  $2^\circ \sim 30^\circ$  であると、 $L/D$  (22) より  $L/D$  (21) への逆カップリングが防止され  $L/D$  (21) 側になんら影響されることはない。各ダイオード間の間隔はテーパ角  $\theta$  で決定されレーザストライプ長の  $0.05 \sim 5.0$  倍の長さにとることができるが  $\theta$  が大きくなると逆方向のカップリングが少なくなる反面順方向のカップリング量が低下しモノリシック化が行なわれなくなりストライプ長の  $0.1 \sim 0.5$  倍程度が最適である。 $L/D$  (22) より放射した光は次の  $L/D$  (22) のストライプに入射される傾角度  $\theta$  と距離  $d$  で一意的に決定される位置に設ける必要がある。

(7)

×平面部 (40) はレーザ端面と密着させる必要があるが、フレイクシリタイの良質な材料の方が望ましい。またレンズ表面のレーザ光反射部に於いては  $Al$  を蒸着した。第7図(a)はレーザ端面にレンズを装着した図である。半円柱レンズ径は  $100 \sim 500 \mu m$  とし、製造工程上安易な長さとしたが実質的には上記の長さで限定されるものではない。レーザ間隔が  $50 \mu m$  の場合に於いてはレンズは  $100 \mu m$  径の円柱ファイバの一端より研磨し特に中央部で充分研磨強度を成形させることによりテーパ角をつけたが製造法は上記実施例に限ることなく利用すべきテーパ状円柱レンズを用いることができる。

以上の様に作られた増幅器は入力信号を電気信号に変換することなく光による結合で増幅する方式により  $20 dB$  以上ゲイン  $\Delta 0.1$   $n$  秒以下の増幅器ができた。またレーザアレイ強度の定常化をベルナエ素子で計ることは素子の安定性を増すことになる。

4. 図面の簡単な説明

(8)

以下、第5図に示す半導体レーザダイオードアレイの構造及び製造方法について説明する。(100)  $n$  型  $GaAs$  基板 (30) 上に従来法により蒸着成長された第1層  $n-GaQ_{0.7}Al_{0.3}As$  (31)、第2層  $p-GaAs$  (32)、第3層  $p-Ga_{0.7}Al_{0.3}As$  (33)、第4層  $p-GaAs$  (34)、を順次形成する。電圧閉じ込め用  $Al_2O_3$  (35) を CVD 蒸着し  $p$  側電極 (36) を付けた  $5 \mu m$  のストライプ幅をもつ電極ストライプ構造である。 $n$  側電極 (37) としては  $Ag-Gc$  合金を蒸着した。各半導体レーザの電極ストライプ幅は同一にする必要はなく所望の増幅率を考慮し各半導体レーザごとに可変することは可能であり量子効率の優れた半導体レーザダイオードを使うことが望ましい。各レーザのストライプ長さは  $300 \mu m$ 、間隔は  $50 \mu m$  とした。各レーザの個別化はストライプ形成後ホトエッチング法により硫酸系エッチング液を用いて行ない  $GaAs$  基板の一面に至る迄エッチングを行なった。レンズ形状は円柱状の均一屈折率をもつ石英及び有機材料を第7図(a)に示す如く加工した。レン

(8)

第1図は従来の光通信方式における中継器の模式図である。第2図は図1に示す入力光と、半導体レーザのカップリングによるレーザ出力の変化を示すグラフである。第3図は本発明の1実施例を示す半導体レーザの原理説明図である。第4図は第3図に示す半導体レーザそれぞれのカップリングによる出力変化を示す説明図である。

第5図は本発明の1実施例を示すモノリシック化された半導体レーザアレイの構成図である。

第6図は第5図に示すモノリシック化された半導体レーザアレイとレンズの配置を示す平面図である。

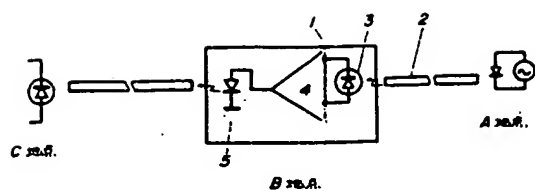
第7図は本発明の1実施例を示すカップリング用レンズの形状を装着したときの斜視図である。

11, 12, 13 ..... 半導体レーザ、14 ..... ファイバ、15 ..... 集光レンズ。

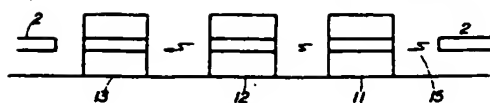
代理人 弁理士 堀 士 受 彦

(9)

特許56-6492(4)



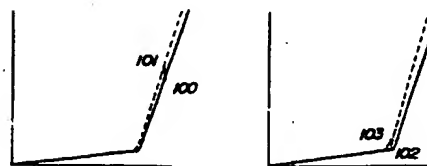
第3図



第4図



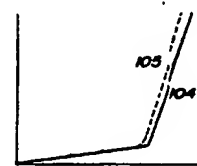
第5図



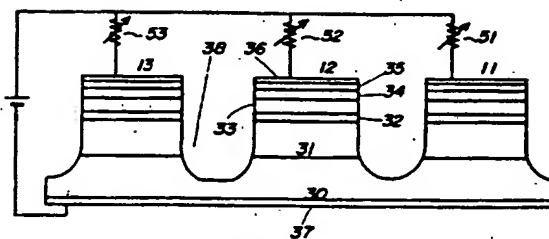
(A)

(B)

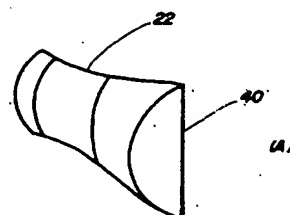
第6図



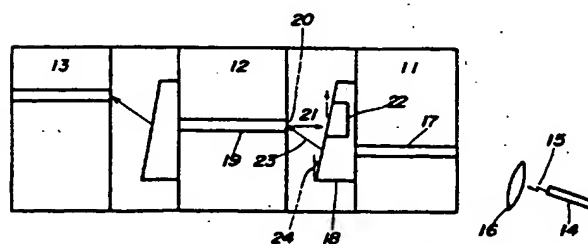
(C)



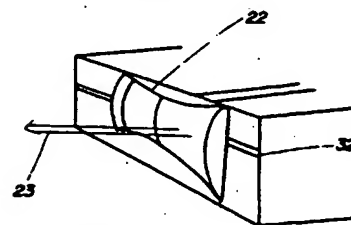
第8図



(A)



第10図



(B)

第11図